

OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE AND DUAL DIFFRACTION GRATING

Patent Number: JP3250437
Publication date: 1991-11-08
Inventor(s): OUCHIDA SHIGERU; others: 02
Applicant(s): RICOH CO LTD
Requested Patent: ☐ JP3250437
Application Number: JP19900172964 19900629
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B7/135; G11B7/09; G11B11/10
EC Classification:
Equivalents: JP2801746B2

Abstract

PURPOSE: To reduce the size and weight of the above device by respectively providing a 1st diffraction member having a half-reflecting film on the optical path of exit light and a 2nd diffraction member on an optical path where the reflected light is past through the 1st diffraction member.

CONSTITUTION: The light emitted from a laser beam source 30 is reflected by the half-reflecting film 32 of the surface diffraction grating 33 formed on the dual type diffraction grating 31 and is then collimated to collimated beams of light by a collimating lens 35. A magneto-optical disk 37 is irradiated with these beams. The beams projected thereto are reflected by the disk 37 and are converged by a lens 35 to convergent light which is again introduced to the surface diffraction grating 33. This light is separated via the rear diffraction grating 34 to the transmitted light and diffracted light which are received by a photodetector 38. The exit optical system and the signal detecting optical system are integrally constituted in such a manner, by which the space is saved and the number of the parts over the entire part of the device is reduced. The device having the smaller size and lighter weight is thus obtd.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

平3-250437

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)11月8日

G 11 B 7/135
7/09
11/10Z 8947-5D
A 2106-5D
Z 9075-5D

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全28頁)

⑥ 発明の名称 光情報記録再生装置及び二重回折格子

⑪ 特 願 平2-172964

⑫ 出 願 平2(1990)6月29日

優先権主張

⑬ 平1(1989)8月4日 ⑭ 日本(JP) ⑮ 特願 平1-202570

⑯ 平1(1989)9月11日 ⑰ 日本(JP) ⑱ 特願 平1-235094

⑲ 平1(1989)11月22日 ⑳ 日本(JP) ㉑ 特願 平1-304410

㉒ 平1(1989)11月22日 ㉓ 日本(JP) ㉔ 特願 平1-304414

㉕ 平1(1989)12月26日 ㉖ 日本(JP) ㉗ 特願 平1-337773

㉘ 平2(1990)1月29日 ㉙ 日本(JP) ㉚ 特願 平2-18623

⑫ 発 明 者 大 内 田 茂 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 ⑬ 発 明 者 北 林 淳 一 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 ⑭ 発 明 者 前 田 英 男 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 ⑮ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 ⑯ 代 理 人 弁 理 士 柏 木 明

明 細 書

1. 発明の名称 光情報記録再生装置
及び二重回折格子

2. 特許請求の範囲

1. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を検出することにより情報用の再生信号やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源より出射された出射光が前記対物レンズに向かう間の光路上に半反射膜を有する第一回折部材を設け、前記光情報記録媒体からの反射光が前記第一回折部材を通過した光路上に第二回折部材を配設し、この第二回折部材を通過することにより分離して得られた透過光と回折光とを検出

する受光素子を設けたことを特徴とする光情報記録再生装置。

2. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光の光路側に位置する面に入射した光の一部を反射させる半反射膜を有する表面回折格子が形成されこの面と相対する側の面に裏面回折格子の形成された光束分離手段を設け、前記裏面回折格子の形成された側の光路上に前記受光素子を配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

3. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対

物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射して情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光の光路側に位置する面に入射した光の一部を反射させる半反射膜を有する回折格子が形成されこの面と相対する側の面に全反射面の形成された光束分離手段を設け、前記レーザ光源の設けられた側の光路上に前記受光素子を配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

4. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その平行光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を信号検出光学系内の受光素子に導くことにより情報の再生や、フォーカスエラー

が形成され他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過した前記レーザ光源側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2個の受光素子を配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

6. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上に非平行基板の一面に半反射膜を有する回折格子が形成され他面にウェッジプリズム形状をなす全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過

信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光の光路上に、片面に第一回折部材の形成された半反射性の第一基板とこの第一基板の前記第一回折部材の形成された側の面とスペーサを介して対向配置された側の面に第二回折部材の形成された透過性の第二基板とよりなる二重回折格子素子を配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

5. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上にくさび状をなす非平行基板の一面に半反射膜を有する回折格子

した前記レーザ光源側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2個の受光素子を2組配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

7. レーザ光源から出射された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源より出射された光が前記対物レンズに向かう間の光路上に基板の一面に回折格子が形成されその一部表面に半反射膜を有し他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により回折されて進む1次光の光路上に第1受光素子を配設し、前記光束分離手段により屈折されて進む0次光の光路上に第2受光素子を配設したことを特徴とする光情報記録再生装置。

8. レーザ光源より出射された光が光束分離手

段に向かう間の光路上にコリメートレンズを配設したことを特徴とする請求項7記載の光情報記録再生装置。

9. レーザ光源から出射された出射光をコリメートレンズを介して対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記出射光が前記コリメートレンズを通過して前記対物レンズに向かう間の光路上に基板の一面に回折格子が形成されその表面に半反射膜を有し他面に全反射面が形成されたくさび状の光束分離手段を配設し、前記出射光が前記半反射膜により反射されて得られた1本の主ビームと前記半反射膜を透過して得られた2本の副ビームとが前記光情報記録媒体に導かれるようにくさび状をした前記光束分離手段のくさび角を設定し

たことを特徴とする光情報記録再生装置。

10. 光情報記録媒体により反射された主ビーム及び副ビームのうち、前記主ビームを受光する2つの3分割受光素子を設け、前記副ビームを受光する2つの無分割受光素子を設けたことを特徴とする請求項9記載の光情報記録再生装置。

11. レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化した後、対物レンズにより集光して光情報記録媒体の表面に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子により検出してフォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光が前記コリメートレンズに向かう間の光路上に、透過型回折格子とこの透過型回折格子に一定角度をなして配設された高反射面とを有する光束分離手段を設けたことを特徴とする光情報記録再生装置。

12. 片面に第一回折部材の形成された半透過性の第一基板と、この第一基板の前記第一回折部材の形成された側の面とスペーサを介して対向配置された側の面に第二回折部材の形成された透過性の第二基板とよりなることを特徴とする二重回折格子素子。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光情報記録媒体を用いて情報の記録等を行うと共に、トラッキングサーボやフォーカスサーボを行う光情報記録再生装置及び二重回折格子に関する。

従来の技術

従来、光情報記録再生装置において、光の光束分離手段に回折格子を用いたものとしては、まず、第一の従来例として特開昭61-230634号公報に開示されているものがある。すなわち、第

36図に示すように、半導体レーザ1から出射されたレーザ光はコリメートレンズ2で平行化され、偏光ビームスプリッタ3に入射する。この場合、その入射光の偏光方向は偏光ビームスプリッタ3の溝と平行方向の状態となるようにしてあるため、回折して1/4波長板4に入射し円偏光波となり、対物レンズ5により集光され光情報記録媒体としての光ディスク6に照射され、これにより情報の記録等が行われる。また、その光ディスク6からの反射光は前記1/4波長板4で直線偏光波に変換され、これにより偏光ビームスプリッタ3を透過して信号検出光学系7に導かれ臨界角回折格子8に入射する。この場合、その入射光は2回の臨界角回折と全反射を生じ回折光となって4分割された受光素子9に入射し、これによりそれら分割された受光素子9で検出されることにより情報の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出が行われる。

次に、第二の従来例として、第37図に示すように、デュアル型回折格子10を用いたものがある。すなわち、半導体レーザ11からの出射光は、コリメートレンズ12により平行化された後、2枚の整形プリズム13を介して、ビームスプリッタ14により反射されて対物レンズ15により集光され光磁気ディスク16に照射されることにより情報の記録等が行われる。また、この光磁気ディスク16からの反射光は、前記ビームスプリッタ14を透過して信号検出光学系17に導かれ、集光レンズ18により集光されデュアル型回折格子10の両面に形成された回折格子10aを透過又は回折する。このうち、透過してそのまま直進した0次光Tは4分割受光素子19aに導かれ、一方、回折された1次光Kは2分割受光素子19bに導かれる。これにより、再生信号となる光磁気信号は0次光Tと1次光Kとの光量差により検出され、また、フォーカスエラー信号は非点収差

法により0次光Tを用いて検出され、トラックエラー信号はプッシュプル法等により1次光Kを用いて検出される。

次に、第三の従来例について説明する。レーザ光源としての半導体レーザから出射された光は、コリメートレンズにより平行化された後、その平行光は光路分離手段により反射され、対物レンズにより集光されて光情報記録媒体としての光磁気ディスクの表面に照射され、これにより情報の記録が行われる。また、その光磁気ディスクからの反射光は、光路分離手段を通過して信号検出光学系内に導かれ受光素子に検出され、これにより情報の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行っている。

第四の従来例を第38図に基づいて説明する。半導体レーザ20から出射した光は、光束分離素子21の一面に形成された回折格子22により反射され、コリメートレンズ23により平行化され

た後、対物レンズ24により集光されて光磁気ディスク25の表面に照射され、これにより情報の記録が行われる。また、光磁気ディスク25からの反射光は、対物レンズ24、コリメートレンズ23を順次透過した後、光束分離素子21の回折格子22を透過することにより0次光Tと1次光Kとに分離され、その裏面に形成された全反射面26により反射された後、再び、回折格子22を透過して外部に出射される。これにより0次光Tと1次光Kとは互いに光路長が異なる状態とされ、半導体レーザ20と同一面内に配設された2個の受光素子27にそれぞれ導かれることによって各種信号の検出を行うことができる。

発明が解決しようとする課題

まず、第一の問題点について述べる。第36図に示すような第一の従来例の場合、光情報記録媒体に追記型の光ディスクやCDを適用することは可能であるが、光磁気信号の検出機能がないので、

書き換え可能な光ディスクヘッドとしては使用することができない。

次に、第二の問題点について述べる。第37図に示すような第二の従来例の場合、デュアル型回折格子を用いておりこれを通過して形成された0次光Tと1次光Kの出射方向をほぼ同一方向に向けることができるため、信号検出光学系17のある程度のスペースの省略化を図ることは可能であるが、しかし、装置全体としてみた場合、ビームスプリッタ14や集光レンズ18等の光学部品が残り十分な小型化、軽量化を図ることができないという問題がある。

次に、第三の問題点について述べる。第三の従来例の場合、レーザ光源から出射された出射光と光磁気ディスクからの反射光との光束を分離するために、光路分離手段を用いている。この光束分離手段としては、一般的にビームスプリッタ等のプリズムを用いたものが多い。しかし、近年、ア

クセス時間の短縮を図るために、光ピックアップ光学系の小型、軽量化が重要な課題となってきた。このような課題を解決するための一つの手段として、前述したような光束分離手段として、表裏両面に回折格子の形成されたデュアル回折格子を用いたものがある。このデュアル回折格子を用いることにより、光ピックアップ光学系全体の部品点数の削減やスペースの省略化を図り、シーク移動の高速化を図っている。

しかし、そのようなデュアル型回折格子に形成される回折格子は、その性質上、波長変動の影響を受けやすく、しかも、その回折格子の形成された面が脆く格子形状がくずれやすい。このためそのような回折格子を用いることにより、反射、透過、回折した波面の精度が劣化して集光スポットが大きくなり、その結果、正確な情報の記録、再生等を行うことができないという問題が生じる。

次に、第四の問題点について述べる。第37図

問題がある。

次に、第六の問題点について述べる。第38図に示すような第四の従来例の場合、回折格子22と全反射面26とを有する光束分離素子21を配設したことにより、光学系の部品点数が削減され、スペースの省略化を図ることができる。しかし、この場合、透過光T及び回折光Kを検出する2個の受光素子27は、半導体レーザ20を挟んだ両側の位置に配設された形で1つの基板上に実装されている。このためその実装の際に、それら2つの受光素子27と半導体レーザ20との位置決め、すなわち、微調整を行うことに困難を極める。また、この場合、半導体レーザ20と受光素子27とは実装基板29からの距離が異なるため、個別に高さ調整用の装置が必要となる。このように受光素子27は、半導体レーザ20を挟んだ両側に配置されているため、その組付け調整が面倒で手間がかかるという問題がある。

に示すような第二の従来例の場合、光学系全体のレイアウトが、出射光学系Aと信号検出光学系Bとに分けられているため全体として部品点数が多くなり、その結果コストがかかるという問題がある。

次に、第五の問題点について述べる。第38図に示すような第四の従来例の場合、半導体レーザ20と受光素子27とを一体化しており、しかも、1枚の回折格子22で、2枚の回折格子の場合と同じように波長変動に対して回折角変動が小さくなるようになっている。しかし、光磁気ディスク25への照射光とその光磁気ディスク25からの反射光との分離が光路分離素子21の基板28の板厚によって決まるため、発光点と受光点の間隔やフォーカス感度に対して設計の自由度が狭くなり、しかも、調整、組付け、作製がきびしくなるという問題がある。また、この場合、回折格子22表面の反射により光利用効率が低下するという

課題を解決するための手段

請求項1記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を検出することにより情報用の再生信号やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源より出射された出射光が前記対物レンズに向かう間の光路上に半反射膜を有する第一回折部材を設け、前記光情報記録媒体からの反射光が前記第一回折部材を通過した光路上に第二回折部材を配設し、この第二回折部材を通過することにより分離して得られた透過光と回折光とを検出する受光素子を設けた。

請求項2記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光

情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光の光路側に位置する面に入射した光の一部を反射させる半反射膜を有する表面回折格子が形成されこの面と相対する側の面に裏面回折格子の形成された光束分離手段を設け、前記裏面回折格子の形成された側の光路上に前記受光素子を配設した。

請求項3記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射して情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された

光の光路側に位置する面に入射した光の一部を反射させる半反射膜を有する回折格子が形成されこの面と相対する側の面に全反射面の形成された光束分離手段を設け、前記レーザ光源の設けられた側の光路上に前記受光素子を配設した。

請求項4記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その平行光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を信号検出光学系内の受光素子に導くことにより情報の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光の光路上に、片面に第一回折部材の形成された半反射性の第一基板とこの第一基板の前記第一回折部材の形成された側の面とスペーサを介して対向配置された側の面に第二回折部材の形成された透過性の第二基板とよ

りなる二重回折格子素子を配設した。

請求項5記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上にくさび状をなす非平行基板の一面に半反射膜を有する回折格子が形成され他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過した前記レーザ光源側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2個の受光素子を配設した。

請求項6記載の発明では、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、そ

の後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上に非平行基板の一面に半反射膜を有する回折格子が形成され他面にウェッジプリズム形状をなす全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過した前記レーザ光源側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2組の受光素子を2組配設した。

請求項7記載の発明では、レーザ光源から出射された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカス

エラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源より出射された光が前記対物レンズに向かう間の光路上に基板の一面に回折格子が形成されその一部表面に半反射膜を有し他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により回折されて進む1次光の光路上に第1受光素子を配設し、前記光束分離手段により屈折されて進む0次光の光路上に第2受光素子を配設した。

請求項8記載の発明では、上述した請求項7記載の発明の構成において、レーザ光源より出射された光が光束分離手段に向かう間の光路上にコリメートレンズを配設した。

請求項9記載の発明では、レーザ光源から出射された出射光をコリメートレンズを介して対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、ト

射された光をコリメートレンズにより平行化した後、対物レンズにより集光して光情報記録媒体の表面に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子により検出してフォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源から出射された光が前記コリメートレンズに向かう間の光路上に、透過型回折格子とこの透過型回折格子に一定角度をなして配設された高反射面とを有する光束分離手段を設けた。

請求項12記載の発明では、片面に第一回折部材の形成された半反射性の第一基板と、この第一基板の前記第一回折部材の形成された側の面とスペーサを介して対向配置された側の面に第一回折部材の形成された透過性の第二基板とよりなる二重回折格子を設けた。

作用

請求項1記載の発明により、レーザ光源から出

射した光は、第一回折部材に形成された半反射膜により反射された後、光情報記録媒体により反射され再び第一回折部材に導かれ、第二回折部材を介すことにより透過光と回折光とに分離され、これら分離された2つの光が受光素子に検出されることによって、情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号を検出することができる。

請求項10記載の発明では、上述した請求項9記載の発明の構成において、光情報記録媒体により反射された主ビーム及び副ビームのうち、前記主ビームを受光する2つの3分割受光素子を設け、前記副ビームを受光する2つの無分割受光素子を設けた。

請求項11記載の発明では、レーザ光源から出

射された光は、第一回折部材に形成された半反射膜により反射された後、光情報記録媒体により反射され再び第一回折部材に導かれ、第二回折部材を介すことにより透過光と回折光とに分離され、これら分離された2つの光が受光素子に検出されることによって、情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号を検出することができる。

請求項2記載の発明により、レーザ光源から出射された光は、光束分離手段の表面回折格子に形成された半反射膜により反射された後、光情報記録媒体により反射され再び表面回折格子に導かれ、さらに、裏面回折格子を通過することによりほぼ同一方向に出射方向をもつ0次光と1次光とに分離されほぼ同一方向に出射され、これら分離された2つの光は受光素子に検出されることによって、情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号を検出することができる。

請求項3記載の発明により、レーザ光源から出射された光は、光束分離手段の表面回折格子に形成された半反射膜により反射された後、光情報記録媒体により反射され再び表面回折格子に導かれ、さらに、全反射面により反射され再び表面回折格子を通過してレーザ光源と同一面内に配置された受光素子に検出されることによって、情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号を検出することができる。

請求項4記載の発明により、レーザ光源から出射された光は、二重回折格子素子の半反射性の第一基板により反射され、コリメータレンズにより平行化され光情報記録媒体により反射された後、再び二重回折格子素子に導かれ、その第一基板の第一回折部材により透過光と回折光との2つの光に分離され、ともにスベータを通過した後、透過光は第二基板の第二回折格子をそのまま透過し回折光はその第二回折格子によりさらに回折され各

ゆるくすることができ、常に安定した信号の検出を行うことができる。

請求項7記載の発明により、レーザ光源から出射された光は、光束分離手段の半反射膜により反射されて光情報記録媒体に導かれこれにより情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光は光束分離手段の半反射膜を透過して0次光と1次光とに分離され、これら0次光と1次光とは半反射膜以外の領域の回折格子を透過して外部に出射され第1、第2の受光素子にそれぞれ導かれることにより情報の再生や信号の検出を行うことができ、これにより、光束分離手段の回折格子により分離された0次光と1次光とが全反射面により反射され外部に出射する際には、回折格子における半反射膜以外の透過領域を通過することになるため、従来に比べ一段と光利用効率を上げることができる。

請求項8記載の発明により、レーザ光源から出

て分離された状態で二重回折格子を通過し、信号検出光学系内に導かれることにより、情報の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行うことができる。

請求項5記載の発明により、回折格子と全反射面とが非平行な基板の両面に形成された光束分離手段を用いて0次光と1次光とをスポット分離しているため光学系全体のレイアウトの設計が容易となり、しかも、その光束分離手段はコリメータレンズと対物レンズとの間に配設されているので平行化された光が回折格子に入射するようになり、これにより高性能な偏光分離を行うことができるため光利用効率も上げることができる。

請求項6記載の発明により、全反射面をウェッジプリズム形状とし、2個の受光素子を2組配設したことによってダブルナイフエッジ法を用いてフォーカスエラー信号の検出を行うことが可能となり、これにより組付け精度を従来よりも一段と

向上させることができ、常に安定した信号の検出を行うことができる。

請求項9記載の発明により、出射光が光束分離手段の回折格子の表面に形成された半反射膜に入射した光のうち、その半反射膜による反射光を主ビームとしまた透過光を副ビームとしているため3ビームトラッキングを行うことが可能となり、これにより光情報記録媒体に光磁気ディスクやCD等を用いた各種装置に本装置を対応させることができるため、その応用範囲を従来に比べ一段と広げることができる。

請求項10記載の発明により、光情報記録媒体により反射された主ビーム及び副ビームを各々の受光素子により全て無駄なく受光させているため、光利用効率を従来に比べ一段と向上させることが

できる。

請求項1記載の発明により、透過型回折格子とこれに一定角度をなして配設された高反射面とを有する光束分離手段を設けたことにより、この光束分離手段により分離される透過光と反射光との光路を変えることができるため、従来のようにレーザ光源を挟んだ両側に受光素子を設ける必要がなくなり、これにより、レーザ光源用の基板と受光素子用の基板とを別個に作成して実装することができるため、従来に比べ組付け調整が簡素化され作業効率を上げることが可能となる。

請求項2記載の発明により、第一回折部材と第二回折格子とを互いに向かい合せて構成したことによって回折格子面が内側に密閉される形となり、これにより格子形状が安定ししかも2つの回折格子が近接しているため、波長変動による1次光のシフト変動を受けにくくすることができる。

実施例

ディスク37が順次配設されている。さらに、前記裏面回折格子34の形成された側の光路上には、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号等を検出する受光素子38が配設されている。このような構成において、半導体レーザ30から出射された光は、表面回折格子33上の半反射膜32により反射される。この半反射膜32は、光磁気ディスク37に所望の光パワーが照射されるようになっている。その反射された光は、コリメートレンズ35により平行光となる。この平行光は単なる反射光であり、表面回折格子33の回折光ではないので収差は生じず、従って表面回折格子33の形状も特に曲線形状や変調ピッチ化する必要はない。その平行光は、対物レンズ36により集光されスポットの状態で光磁気ディスク37の表面に照射される。そして、その照射された光は、カー効果により、光磁気ディスク37上の情報信号に応じて偏光方向が傾けられた状態で反射され、

請求項1、2記載の発明の一実施例を第1図ないし第5図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第一の問題点及び第二の問題点に対処したものである。

レーザ光源としての半導体レーザ30から出射された光の光路上には、光束分離手段としてのデュアル型回折格子31が配設されている。このデュアル型回折格子31には、前記半導体レーザ30側に位置する面に入射した光の一部を反射させる半反射膜32を表層部分に有する第一回折部材としての表面回折格子33が形成されており、この表面回折格子33と相対する側の面には第二回折部材としての裏面回折格子34が形成されている。これら表裏両面に形成された回折格子33、34は、偏光方向により回折効率が変わるようになっている。また、前記表面回折格子33の形成された側の光路上には、コリメートレンズ35、対物レンズ36、光情報記録媒体としての光磁気

再び、コリメートレンズ35へと戻り、このコリメートレンズ35より収束光となって表面回折格子33に入射される。この場合、デュアル型回折格子31は、その表裏両面に形成された回折格子33、34が光磁気ディスク37からの反射光に対してブラッグ角となるように配置されている。すなわち、第5図に示すように、表裏両面に形成された回折格子33、34は半導体レーザ30からの光の偏光方向に対して45°をなすような向きに形成されている。そして、その表面回折格子33に入射した光は透過光Tと回折光Kに分離された後、裏面回折格子34に入射する。この裏面回折格子34は透過型の回折格子であり、その格子方向は表面回折格子33と同じである。すなわち、表面回折格子33の透過光(0次光)は裏面回折格子34でもそのまま透過して0次光となり、表面回折格子33の回折光(1次光)は裏面回折格子34でも回折され1次光Kとなる。このよう

にして0次光Tと1次光Kとの2つの光に分離された光は、受光素子38により受光されることによって、それら0次光Tと1次光Kとの光強度差から光情報信号や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号を検出することができる。

この場合、そのフォーカスエラー信号の検出方法としては、まず、第一に、第4図(a)に示すように、0次光Tを用いた平行平板による非点収差法、第二に、第4図(b)に示すように、表面回折格子33及び裏面回折格子34を変調ピッチ化し1次光Kを用いた非点収差法、第三に、第4図(c)に示すように、0次光Tと1次光Kとの間に存在する光路差を利用したビームサイズ法等がある。また、トラックエラー信号の検出方法としては、プッシュプル法により行う場合は2分割された受光素子38により検出を行い、サンプルサーボ方式により行う場合は反射光強度を受光素子38で受光することにより検出することができる。

回折効率が変化する第一回折部材としての回折格子40が形成されており、この回折格子40と相對する側の面には第二回折部材としての全反射面41が形成されている。前記回折格子40には、光磁気ディスク37に所望の光パワーが照射されるような一定の反射率をもつ半反射膜42が形成されている。また、受光素子38は、回折格子40の形成された側の半導体レーザ30と一体化して構成されている。なお、片面回折格子39は、光磁気ディスク37からの反射光に対してブラック角となるように配設されている。

このような構成において、半導体レーザ30から出射された光は回折格子40上の半反射膜42により反射され、コリメートレンズ35により平行光となり、対物レンズ36により集光されて光磁気ディスク37面上に照射され情報信号の読取りが行われる。そして、この光磁気ディスク37からの反射光は、再び、回折格子40に戻り、そ

上述したように、デュアル型回折格子31を設け光を2回通過させるようにしたことにより、波長変動に対するスポットの位置ずれを小さくすることが可能となり、また、一方の表面回折格子33の一面に半反射性の半反射膜32を形成したことにより、単にデュアル型回折格子31を設けるだけで、出射光学系と信号検出光学系との光束分離を行わせることができ、これにより光学部品点数を大幅に削減することができるため、装置全体の構成を小型、軽量化することができると共に低コスト化することができるものである。

次に、請求項1、3記載の発明の一実施例を図6図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第一の問題点及び第二の問題点に対処したものである。また、請求項2記載の発明と同一部分については同一符号を用いる。

光束分離手段としての片面回折格子39は、半導体レーザ30側に位置する面に偏光方向により

の入射した光は0次光Tと1次光Kとに分離され、裏面に形成された全反射面41により反射された後、再び、回折格子40を通過して、半導体レーザ30と一体化構成された受光素子38により検出され、これにより、情報信号の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出が行われる。なお、これらの信号の検出方法については、前述した請求項2記載の発明の中で述べたので、ここでの説明は省略する。

従って、本実施例のように、回折格子40を片面のみに形成することによって、その回折格子40の作製及びその取扱いが一層容易となり、また、裏面に形成された全反射面41により光を出射光学系に戻すようにしたので半導体レーザ30と受光素子38とを一体化させて構成することができ、これにより部品点数を削減して一段と小型化した装置を得ることができる。

次に、請求項1、4、12記載の発明の第一の

実施例を第7図及び第8図に基づいて説明する。
 なお、本実施例は、第三の問題点に対処したものである。

レーザ光源としての半導体レーザ43から出射された光の光路上には、二重回折格子素子としてのデュアル型回折格子44が形成されている。このデュアル型回折格子44は、第8図に示すように、片面に第一回折部材としての第一回折格子45aの形成された半反射性の第一基板45と、この第一基板45の前記第一回折格子45aの形成された側の面とスペーサ46を介して対向配置された側の面に第二回折部材としての第二回折格子47aの形成された透過性の第二基板47とよりなっている。また、前記デュアル型回折格子44の前記第一基板45側に位置してコリメートレンズ48、対物レンズ49が順次配設され、さらに、その対物レンズ49に対向した位置には光情報記録媒体としての光磁気ディスク50が配設されて

いる。さらに、前記デュアル型回折格子44の前記第二基板47側に位置した信号検出光学系51内には、受光素子としての4分割受光素子52a、2分割受光素子52bが配設されている。

なお、前記デュアル型回折格子44において、前記第一基板45の前記第一回折格子45aの形成されていない入射光側に位置する面45bは、高精度の半反射性の研磨面に仕上げられており、反射波面が乱れるようなことはなく、また、前記第二基板47の第二回折格子47aの形成されていない出射光側の面47bは無反射コート等により乱反射を防ぐように構成されている。

このような構成において、半導体レーザ43から出射された発散光Aは、デュアル型回折格子44の半反射性の第一基板45の表面により反射されてコリメートレンズ48により平行化された後、さらに、その平行光は対物レンズ49により集光されて光磁気ディスク50の表面に照射され、こ

れにより情報の記録が行われる。また、その光磁気ディスク50からの反射光は、対物レンズ49、コリメートレンズ48を順次介して、再びデュアル型回折格子44に導かれる。このデュアル型回折格子44に入射した反射光は、第8図に示すように、第一基板45の第一回折格子45aにより透過光(0次光)Tと回折光(1次光)Kとに分離される(P点)。そして、その0次光Tはスペーサ46を通過して第二基板47に形成された第二回折格子47aをそのまま透過していき(Q点)、一方、1次光Kはスペーサ46を通過して第二基板47に形成された第二回折格子47aによりさらに回折されて進んでいく(R点)。

その後、このようにして信号検出光学系51内に導かれた0次光Tと1次光Kのうち、0次光Tはデュアル型回折格子44の基板の厚さが比較的厚いため非点収差を発生した状態となりこれにより4分割受光素子52aを用いて非点収差法によ

リフォーカスエラー信号を検出することができる。また、1次光Kも同様に非点収差を発生した状態となるが、この場合には回折格子の作用によりその非点収差を打ち消すことにより2分割受光素子52bを用いてプッシュプル法によりトラックエラー信号を検出することができる。さらに、微小ピッチをなした第一回折格子45a、第二回折格子47aの偏光分離特性により4分割受光素子52a、2分割受光素子52bにそれぞれ検出された両光束の強度を比較することにより光磁気信号を検出することができる。

上述したように、半反射性の面45bと内部に二枚の回折格子45a、47aをもったデュアル型回折格子44を用いて0次光Tと1次光Kとのいずれか片方のみに非点収差を発生させるようにしたので、回折格子は内側で密閉された状態となって格子形状が安定となり、また、2つの回折格子が近接した状態で配置されているため波長変動

による1次光のシフト変動を受けにくいものとなり、これにより、常に安定した信頼性の高い信号検出を行うことができる。また、デュアル型回折格子44の一面を半反射性の面45bとしたことにより、高精度のビームスプリッタ機能を持ち合わせることができるので、これにより光学系の部品点数を削減して小型、軽量化を図ることができると共に、高速シーク移動が可能となりアクセス時間の短縮を一段と図ることができる。

次に、請求項1、4、12記載の発明の第二の実施例を第9図に基づいて説明する。なお、本実施例も、第三の問題点に対処したものである。

ここでは、半導体レーザ43とデュアル型回折格子44との間の光路上に、コリメートレンズ48を配設し、また、デュアル型回折格子44の第二基板47側に位置して集光レンズ53を配設したものである。これにより、半導体レーザ43から出射された光は、コリメートレンズ48より平

である。これにより、紙面に平行な方向から見た第11図(a)に示すように、デュアル型回折格子44が1次光Kを紙面方向で集光し、その集光点Bと凹状のシリンドリカルレンズ54の焦点が一致する時には、そのシリンドリカルレンズ54を通過した1次光Kは非点収差をもたない。なお、第11図(b)は信号検出光学系51を紙面に垂直な方向からみた時の様子を示したものである。従って、その非点収差をもたない1次光Kを2分割受光素子52bに検出させることによりトラックエラー信号を検出することができ、また、0次光Tはシリンドリカルレンズ54により非点収差をもつので、4分割受光素子52aを用いてフォーカスエラー信号を検出することができる。

次に、請求項1、5、6記載の発明の第一の実施例を第12図ないし第14図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第四の問題点及び第五の問題点に対処したものである。

行化された状態でデュアル型回折格子44に入射することになり、また、光磁気ディスク50からの反射光も平行光束の状態でデュアル型回折格子44に入射することになる。このためデュアル型回折格子44を通過した光のうち、0次光Tは非点収差を発生しないため2分割受光素子52bを用いてトラックエラー信号を検出することができ、一方、1次光Kは回折格子により非点収差を持たせることができるため4分割受光素子52aを用いてフォーカスエラー信号を検出することができる。なお、光磁気信号は前述した内容と同様にして検出を行うことができる。

次に、請求項1、4、12記載の発明の第三の実施例を第10図に基づいて説明する。なお、本実施例も、第三の問題点に対処したものである。

ここでは、第二の実施例(第9図参照)におけるデュアル型回折格子44と集光レンズ53との間に、シリンドリカルレンズ54を配設したもの

まず、本装置の全体構成を第12図に基づいて述べる。レーザ光源としての半導体レーザ55から出射された光がコリメートレンズ56を透過した光の光路上には、くさび状をした非平行基板57からなる光束分離手段としてのプリズム58が配設されている。その非平行基板57の一面には第13図に示すような変調ピッチ化された第一回折部材としての回折格子59が形成されており、その他面には第二回折部材としての全反射面60が形成されている。前記回折格子59の表面には半反射膜としてのコーティング層59aが形成されている。なお、平面に対する回折格子59、全反射面60のなす角をそれぞれ α 、 β とすると、 $\beta - \alpha$ をくさび角度として表わすことができる。

また、そのプリズム58の回折格子59の形成された面側に位置して、対物レンズ61が配設されている。この対物レンズ61に近接した位置には光情報記録媒体としての光磁気ディスク62が

設けられている。一方、前記半導体レーザ55の設けられた光学系63側の光路上には、前記光磁気ディスク62からの反射光を検出する受光素子64、65が同一面内に2個配設されている。

このような構成において、半導体レーザ55から出射された光は、コリメートレンズ56により平行光となり、プリズム58の偏光方向によって回折効率が変化する回折格子59へと導かれる。この回折格子59には、第14図に示すような偏光依存性と光磁気ディスク62に適切な光パワーを照射するために所望の反射率をもつようにコーティング層59aが形成されているわけであるが、このコーティング層59aによりコリメートレンズ56からの平行光は一部が反射されて対物レンズ61方向へと進んでいく。一方、反射せずにそのまま透過した平行光は、回折格子59により0次光Tと1次光Kとに分離されて全反射面60の方向へと進んでいく。この全反射面60は回折格

そして、それら0次光Tと1次光Kとは、コリメートレンズ56を通過し、受光素子64、65に検出される。この場合、1次光Kは、2回回折格子59を通過するため、波長変動による回折角度ずれはほぼキャンセルできることになる。また、回折格子59は変調ピッチ化されているため1次光Kに非点収差を発生することができ、これによりその1次光Kを一方の受光素子65に導くことによりフォーカスエラー信号を検出することができる。一方、0次光Tには、非点収差は発生しないので、この光を片方の受光素子64に導くことによりプッシュプル法を用いて安定したトラッキングエラー信号の検出を行うことができる。さらに、それら2つの受光素子64、65により検出される信号の強度差を求めることによって光磁気信号の検出を行い、これにより情報の再生を行うができる。

上述したように、半導体レーザ55から出射さ

子59と平行ではなくてくさび型になっているため、ここで反射された光はコーティング層59aで反射された光とは平行にならず異なる方向へ進んでいき分離された光となるため悪影響を及ぼすようなこともない。その後、対物レンズ61へと進んだコーティング層59aからの反射光は光磁気ディスク62の面上に照射され、これにより情報の記録を行うことができる。

また、光磁気ディスク62からの反射光は、その記録された情報の信号を読み取り、カー効果により偏光方向が回転された状態となっており、再び、回折格子59へと導かれる。この回折格子59によりその反射光は、0次光Tと1次光Kとに分離され、その裏面の全反射面60により反射されて再び回折格子59を通過して外部へ出射される。この時、0次光Tと1次光Kとは、半導体レーザ55から出射された平行光とは異なる角度をもって回折格子59から出射される。

れた光の偏光方向は、回折格子59の格子方向と45度ずらしておくことにより、従来、必要とされた $\lambda/2$ 板を省くことができ、これにより部品点数を削減することができる。また、プリズム58のくさび角度により0次光Tと1次光Kとのスポット間隔を任意に設定することができ、しかも、フォーカス感度は変調ピッチの程度により決まるので、これにより設計の自由度が大きくなり各々の部品の最適設計が可能となり、小型で高感度な光磁気ヘッドを実現することができるものである。

次に、請求項1、5、6記載の発明の第二の実施例を第15図ないし第17図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第4の問題点及び第五の問題点に対処したものである。これは、上述した第一の実施例において、受光素子64、65の配設位置を変えたものであり、その他の構成については何ら変わるところはない。

第16図は、受光素子64、65をコリメート

レンズ56側から見たものであり、それぞれ3分割された形状になっている。また、この場合、受光素子64、65は、光軸方向に前後にずらした状態で配設されている。このため、ここでのフォーカスエラー信号は、非点収差法ではなくビームサイズ法により検出を行うことになる。

このような方式により信号の検出を行うことによって、組立て、位置調整の公差を大きくとることができるため、これにより組付け調整が容易となり、一層の量産化を図ることが可能となる。また、本実施例の場合、非点収差を必要としないため、グレーティング59のピッチは等ピッチに形成することができるため、その分、グレーティング59の作製を容易にすることができる。

次に、請求項1、5、6記載の発明の第三の実施例を第18図及び第19図に基づいて説明する。なお、本実施例も、第四の問題点及び第五の問題点に対処したものである。

うにする。さらに、光磁気信号M₀は、0次光Tと1次光Kとの光強度差により検出することができる。従って、このような方法により信号検出を行うことにより、2分割受光素子66、67、68、69が全て同一面内に配設されるので一体化して形成することができ、しかも、ダブルナイフエッジ法を用いてフォーカスエラー信号の検出を行うことにより非点収差法に比べて、波長変動の影響を小さくすることができるという利点がある。

次に、請求項1、7、8記載の発明の一実施例を第20図ないし第22図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第四の問題点及び第五の問題点に対処したものである。

レーザ光源としての半導体レーザ70から出射された光の光路上には、基板としての平行基板71の一面に回折格子（第一回折格子）としての透過型回折格子72が形成され、他面に第二回折格子としての全反射面73が形成された光束分離手

これは、第一の実施例（第12図参照）において、光束分離手段の形状を変えたものである。すなわち、光束分離手段としてのプリズム58には、その非平行基板57の一面に偏光分離用のグレーティング59が形成され他面に全反射面60が形成されているが、本実施例においては、その全反射面60の形状は平面ではなく、第18図に示すようにウェッジプリズム形状に形成されている。

このため、光学系全体のレイアウトを第12図と同じにすれば、コリメートレンズ56側から見た受光光学系は、第19図に示すように、2分割受光素子66、67、68、69を計4個用いて構成されることになる。すなわち、この場合、0次光T又は1次光Kによってできる2つのスポットを用いてダブルナイフエッジ法によりフォーカスエラー信号F₀の検出を行い、また、他の2つのスポット（1つでもよい）を用いてプッシュプル法によりトラックエラー信号T_rの検出を行うよ

段としての光束分離素子74が配設されている。前記透過型回折格子72の中央の一部には、半反射膜としての半透過型回折格子75が形成されている。また、その半透過型回折格子75により反射された光の光路上には、対物レンズ76を介して、光情報記録媒体としての光磁気ディスク77が配設されている。さらに、その光磁気ディスク77により反射された光が前記光束分離素子74により回折されて進む1次光Kの光路上には第1受光素子78が配設されており、また、前記光束分離素子74により屈折されて進む0次光Tの光路上には第2受光素子79が配設されている。

このような構成において、半導体レーザ70から出射された光は、拡散光として光束分離素子74の方向へと進んでいく。この光束分離素子74に入射した光は、その一部が反射率の高い半透過型回折格子75により反射され、対物レンズ76により集光されて光磁気ディスク77の面上に照

射され、これにより情報の記録等が行われる。

また、その光磁気ディスク77からの反射光は、その記録された情報の信号を読取ることによってカー効果によりその信号に応じた偏光の回転を受けた状態となり、再度、光束分離素子74の半透過型回折格子75に導かれる。そして、この半透過型回折格子75を透過することによって光は0次光Tと1次光Kとに分離され、その裏面の全反射面73により各々別個に反射される。その後、1次光Kは透過型回折格子72を透過して外部に出射されて第1受光素子78に導かれ、一方、0次光Tは別の場所に位置する透過型回折格子72を透過して外部に出射されることにより第2受光素子79に導かれる。

この場合、第1受光素子78及び第2受光素子79は、第22図(a)(b)に示すように、それぞれ3分割されており、フォーカスエラー信号はビームサイズ法を用いて、トラックエラー信号はブ

を得ることができる。

また、上述したような構成において、半導体レーザ70より出射された光が光束分離素子74に向かう間の光路上に、図示しないコリメートレンズを配設することによって、半導体レーザ70から出射された光はコリメートレンズを通過した後に光束分離素子74に導かれることになり、これにより、出射光のうち平行光のみが半透過型回折格子75に入射するため高性能な偏光分離を行うことができ、光利用効率をさらに一段と上げることが可能となる。

次に、第1受光素子78及び第2受光素子79を用いて信号検出を行う変形例について述べる。まず、その第一の変形例として、フォーカスエラー信号の検出に非点収差法を用いた場合について述べる。第23図(a)(b)はその構成を示したものである。この場合、第23図(a)の0次光Tを検出する第2受光素子79は4分割の形状とし、

シュブル法を用いてそれぞれ検出を行うことができる。また、光磁気信号の検出は、それら第1受光素子78と第2受光素子79とによりそれぞれ検出される信号出力の差分を求めることによって検出することができる。ただし、そのような方法により光磁気信号を検出する場合には、第21図(a)に示すように、半導体レーザ70から出射される光の偏光方向と格子方向とは45°をなすように調整しておく必要がある。

従って、上述したように光束分離素子74に半透過型回折格子75と透過型回折格子72を形成したことによって、光磁気ディスク77からの反射光がその光束分離素子74の半透過型回折格子75に入射して得られる0次光Tと1次光Kが全反射面73により反射され外部に出射する時の回折格子は透過型回折格子72であるため、これにより従来よりも一段と光利用効率を上げることができ、しかも、小型で軽量、低コストな光ヘッド

光束分離素子74の厚さ、傾き、屈折率を適当に変えることにより0次光Tに非点収差を発生させ、その4分割された第2受光素子79を最適位置に配することにより、非点収差法を用いてフォーカスエラー信号の検出を行うことができる。一方、1次光Kを検出する第1受光素子78は2分割の形状とすることによって、ブシュブル法を用いてトラックエラー信号の検出を行うことができる。

また、第二の変形例として、他のもう一つの非点収差法を用いてフォーカスエラー信号の検出を行う方法について述べる。半透過型回折格子75又は透過型回折格子72の少なくとも一方を変調ピッチ化することにより、今度は1次光K側に非点収差を発生させる方法である。この場合、フォーカス感度を最適化するのが格子ピッチの変調度であるため、上述した第一の変形例の非点収差法に比べて設計の自由度をより一層大きくとることができる。

なお、フォーカスエラー信号の検出は、ビームサイズ法、非点収差法のどちらでも利用することができ、また、トラックエラー信号の検出は、上述したようなコンティニュアス方式の他に、サンブルサーボ方式でも検出することができる。また、0次光Tのみが通過する片方の領域に設けられた透過型回折格子72は単に0次光Tが透過するだけなので、作製上問題がなければ別に設けなくても性能上の問題は起こらない。さらに、ここでの光束分離素子74の基板は平行平板としたが、第1受光素子78と第2受光素子79との間隔を適正化するために、図示しないウェッジプリズムのような形状にしても同様な効果を得ることができる。

次に、請求項1, 9, 10記載の発明の一実施例を第25図ないし第29図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第四の問題点及び第五の問題点に対処したものである。

偏光分離回折格子84の形成された側の面の水平面となす角を α 、全反射面85の形成された側の面の水平面となす角を β とすると、 $\theta = \alpha - \beta$ として表わすことができる。

また、第27図～第29図に示すように、前記光ディスク88により反射された反射光（主ビーム）89及び透過光（副ビーム）91a, 91bのうち、前記反射光89を受光する2つの3分割受光素子92, 93及び前記透過光91a, 91bを受光する2つの無分割受光素子94, 95を、前記コリメートレンズ81の前記半導体レーザ80側の光路上に配設した。

このような構成において、半導体レーザ80から出射された出射光aは、コリメートレンズ81により平行光となり、くさび状をした光束分離手段86の偏光分離回折格子84が形成された側の面に入射する。この時、出射光aは、偏光分離回折格子84の格子方向（紙面垂直方向）と45°

レーザ光源としての半導体レーザ80から出射された出射光aがコリメートレンズ81を通過して対物レンズ82に向かう間の光路上には、基板83の一面に回折格子（第一回折部材）としての偏光分離回折格子84が形成され、他面に第二回折部材としての全反射面85が形成されたくさび状の光束分離手段としての光束分離素子86が配設されている。前記偏光分離回折格子84の表面には、半反射膜87が形成されている。また、この半反射膜87により反射された光の光路上には、集光レンズ82を介して、光情報記録媒体としての光ディスク88が配設されている。

この場合、前記半反射膜87により反射されて得られた1本の反射光89と前記半反射膜87を透過して得られた2本の透過光90, 91a, b（第26図参照）とが前記光ディスク88に導かれるようにくさび状をした前記光束分離素子86のくさび角 θ を設定した。ただし、くさび角 θ は、

をなす直線偏光とすると、まず、第26図に示すように、その出射光aは半反射膜87により一部が反射され、反射光89（以下、主ビーム89と呼ぶ）として光ディスク88の表面に照射され、また、半反射膜87を透過した透過光90（以下、副ビーム90と呼ぶ）は、偏光分離回折格子84で2つに分離され、0次光91a（透過光）と1次光91b（回折光）とに分離される。

そして、0次光91aは、全反射面85で反射され、再び偏光分離回折格子84を透過する。この時、全反射面85が偏光分離回折格子84の形成された側の面とくさび角 θ だけずれていることから、その0次光91aは主ビーム89とは平行にならず、ある所望の角度をもって対物レンズ82の方向へ向かう。一方、1次光91bは、偏光分離回折格子84により回折された後、全反射面85で反射され、再び偏光分離回折格子84で回折される。この場合にも、全反射面85がくさび

角 θ をもっているため、2回目に偏光分離回折格子84を通る時の入射角は大きくなり、それに合わせて回折角も大きくなることから、その1次光91bも主ビーム89とは平行にならず、ある所望の角度をもって対物レンズ82に向かうことになる。従って、このようにして得られた1本の主ビーム29(反射光)と2本の副ビーム90(0次光91aと1次光91b)とは、対物レンズ82により集光されて3つのスポットを形成し光ディスク88の表面に照射されることになり、これにより、情報の記録を行うことができると共に3ビームトラッキング方式が可能となる。

また、光ディスク88により反射された3ビーム(1本の主ビーム89、2本の副ビーム91a、91b)は、対物レンズ82を通過して、再び光束分離素子86の半反射膜87に入射する。このうち、2本の副ビーム91a、91bは、その半反射膜87により反射され、コリメートレンズ8

が、この時、くさび形の面による反射のためその偏光分離回折格子84への入射角は1回目より角度が小さくなり、その結果、回折角も小さくなって出射される。この場合にも、その回折光89bは出射光aの光軸とは平行にならず、所定の角度をもってコリメートレンズ81に入射しこれにより集光されて他方の3分割受光素子93に検出される。従って、このように主ビーム89は、透過光89aと回折光89bとに分離されるため、その光強度差から光磁気信号Moを検出することができ、これにより光ディスク88に記録された情報の再生を行うことができる。

また、第29図は、これまで述べてきた無分割受光素子94、95及び2つの3分割受光素子92、93の位置関係を示したものである。この場合、主ビーム89は、光軸a.の方向に対して前後にずらして配置され互いに焦点距離の異なる2つの3分割受光素子92、93により検出される

1により集光され、第28図に示すような2つの無分割受光素子94、95にそれぞれ受光され、これによりその光強度差からトラックエラー信号Trを検出することができる。

一方、光ディスク88により反射された1本の主ビーム89は、第27図に示すように、半反射膜87を透過し(一部は反射される)、偏光分離回折格子84により透過光89aと回折光89bとにその偏光方向により分離される。その透過光89aは、全反射面85で全反射された後、再度偏光分離回折格子84を透過して3分割受光素子92、93の方向に向かう。この場合、その透過光89aはくさび形をした面による反射により出射光aの光軸a.とは平行にならず、所定の角度をもってコリメートレンズ81に入射しこれにより集光されて一方の3分割受光素子92に検出される。また、回折光89bは、全反射面85で反射された後、再び偏光分離回折格子84に向かう

ことから、フォーカスエラー信号Foをビームサイズ法を用いて検出することができる。

上述したように、主ビーム89を3分割受光素子92、93に検出させ、副ビーム90を無分割受光素子94、95に検出させることによって、光磁気信号Mo、フォーカスエラー信号Fo、トラックエラー信号Trを検出することが可能となり、さらに、この場合、トラックエラー信号Trの検出方法としては、3ビーム法、プッシュプル法、サンプルサーボ法を採用することができ、これにより多種の光ディスク88に対応させることが可能となる。

また、光束分離素子86をくさび形状にしたことにより3ビーム化が可能となり、これにより3ビームトラッキング法が可能となるため、CDや追記形光ディスク、さらには、光磁気ディスクの各メディアに対してコンパチブルで、しかも、小型化、軽量化された光ピックアップを得ることが

できるものである。

次に、請求項1、11記載の発明の一実施例を第30図ないし第34図に基づいて説明する。なお、本実施例は、第六の問題点に対処したものである。また、従来技術（第38図参照）と同一部分についての説明は省略する。

光束分離手段としての光束分離素子96は、第31図に示すように、第一回折部材としての透過型回折格子97とこの透過型回折格子97に一定角度（くさび角） $\Delta\theta$ をなして配設された第二回折部材としての高反射面98とを有している。この光束分離素子96は、レーザ光源としての半導体レーザ99から出射された光がコリメートレンズ100に向かう間の光路上に位置して設けられている。

このような構成において、光磁気ディスク101からの反射光は、対物レンズ102、コリメートレンズ100を順次介した後、光束分離手段9

6の透過型回折格子97に入射し、透過光Tと回折光Kとに分離される。その透過光Tは、高反射面98により反射され、透過型回折格子97を再び透過し、これにより2回とも透過した光となる。一方、その回折光Kは、高反射面98により反射され、透過型回折格子97により再び回折され、これにより2回とも回折した光となる。

この場合、回折光Kの回折条件式は、次のようになる（第32図参照）。

$$\sin \theta_i + \sin \theta_r = \lambda / \Lambda \quad \cdots (1)$$

$$\sin (\theta_r - 2 \Delta \theta) + \sin \theta_r = \lambda / \Lambda \quad \cdots (2)$$

なお、 θ_i ：入射角、 θ_r ：1回回折角

$\Delta \theta$ ：くさび角、 θ_r ：2回回折角

λ ：波長、 Λ ：回折格子の

ピッチ

ここで、 θ_r を求めると、

$$\theta_r = \sin^{-1} \left\{ \lambda / \Lambda - \{ (\lambda / \Lambda) - \sin \theta_i \} \cos 2 \theta \right. \\ \left. + \sqrt{1 - \{ (\lambda / \Lambda) - \sin \theta_i \}^2 \sin^2 \theta} \right\} \quad \cdots (3)$$

となる。

ここで、回折軸ずれ角 ϕ_d 、透過軸ずれ角 ϕ_t をそれぞれ、次のように定義する。

$$\phi_d = \text{入射角} - 2 \text{回回折角} \\ = \theta_i - \theta_r \quad \cdots (4)$$

$$\phi_t = 2 \Delta \theta \quad \cdots (5)$$

そして、これら(4)、(5)式を用いて、2回とも回折された回折光Kと2回とも透過した透過光Tとの角度差（分離角） ϕ_s を求めると、

$$\phi_s = \phi_d - \phi_t = \theta_i - \theta_r - 2 \Delta \theta \quad \cdots (6)$$

となる。

従って、このようなことから、第30図に示すように、2個の受光素子103、104を半導体レーザ99の隣りに近接して配置させることができるので、半導体レーザ用の基板と受光素子用の基板とを別個に作成することが可能となる。従って、これにより、半導体レーザ99と受光素子103、104とは別個に実装することができるた

め組付け調整が容易となる。

この場合、受光素子103、104の形状としては、第33図に示すように、一方を4分割受光面105とし他方を2分割受光面106とすることができ、この場合、2分割受光面106によりブシュブル法を用いてトラックエラー信号を検出することができ、また、4分割受光面105からは非点収差法によりフォーカスエラー信号を検出することができる。なお、サンプルサーボトラッキングの場合には、2分割受光面は無分割としてよい。また、第34図(a)の受光面は、ビームサイズ法によるフォーカスエラー信号検出のためのものである。また、ブシュブル法でトラックエラー信号を検出する時は、第34図(b)に示すように、破線部で左右に分割線107を加えることにより、左右の光量差により検出することができる。なお、サンプルサーボトラッキングの場合にはその分割線107は不要である。

次に、本実施例の変形例を第35図に示す。前述した実施例は、第31図に示したように、光束分離手段96を構成する透過型回折格子97と高反射面98とは分離されていたが、ここでは、一定角度 $\Delta\theta$ を有するくさび108の片面に透過型回折格子97を形成し、その他面に高反射面98を形成するようにしたものである。このように形成しても同様な効果を得ることができる。

発明の効果

請求項1記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を検出することにより情報用の再生信号やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、レーザ光源より出射された出射光が対物レンズに向かう間の光路上に半反射膜を有

する第一回折部材を設け、光情報記録媒体からの反射光が第一回折部材を通過した光路上に第二回折部材を配設し、この第二回折部材を通過することにより分離して得られた透過光と回折光とを検出する受光素子を設けたので、スペースの省略化を図り出射光学系と信号検出光学系とを一体化して構成することができ、これにより装置全体の部品点数を削減して小型で軽量、しかも、安価な装置を得ることができるものである。

請求項2記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、レーザ光源から出射された光の光路上に半反射膜を有する表面回折格子及び裏面回

折格子の形成された光束分離手段を配設したので、スペースの省略化を図り出射光学系と信号検出光学系とを一体化して構成することができ、これにより、装置全体の部品点数を削減して小型で軽量、しかも、安価な装置を得ることができるものである。

請求項3記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、この平行化された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射して情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子に導くことにより情報の再生やトラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、レーザ光源から出射された光の光路上に半反射膜を有する回折格子及び全反射面の形成された光束分離手段を配設したので、片面のみに回折格子を作製すればよいためその作製作業や取扱いが非常に容易となり、また、レーザ光

源と受光素子とを一体化して構成させることもできるため部品点数の大幅な削減が図れ、これにより組付け作業を簡素化でき一段と小型化、軽量化した装置を得ることができるものである。

請求項4記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その平行光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を信号検出光学系内の受光素子に導くことにより情報の再生や、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、レーザ光源から出射された光の光路上に、片面に第一回折格子の形成された半反射性の第一基板とこの第一基板の前記第一回折格子の形成された側の面とスベアを介して対向配置された側の面に第二回折格子の形成された透過性の第二基板とよりなる二重回折格子素子を配設したので、この二重回折格

子素子を用いて透過光と回折光とのいずれか片方に非点収差を発生させてフォーカスエラー信号の検出を行うことにより波長変動の影響を受けない常に安定した信号検出を行うことができ、また、二重回折格子素子は回折格子面が近接して配置されており、波長変動による1次光のシフト変動の影響を受けにくくなっているため、従来よりも信頼性の高い信号検出を行うことができるものである。

請求項5記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上にくさび状をなす非平行基板の一面に半反射

射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの間の光路上に非平行基板の一面に半反射膜を有する回折格子が形成され他面にウェッジプリズム形状をなす全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過した前記半導体レーザ側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2個の受光素子を2組配設したので、そのように全反射面をウェッジプリズム形状とし2個の受光素子を2組配設したことによって、ダブルナイフエッジ法を用いてフォーカスエラー信号の検出を行うことが可能となり、これにより、組付け精度を従来よりも一段とゆるくすることができ、常に安定した信号の検出を行うことができるもので

膜を有する回折格子が形成され他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により反射された光が前記コリメートレンズを透過した前記レーザ光源側の光路上に前記光情報記録媒体からの反射光を検出する2個の受光素子を配設したので、そのような回折格子と全反射面とが非平行な基板の両面に形成された光束分離手段を用いて0次光と1次光とをスポット分離しているため光学系全体のレイアウトの設計が容易となり、しかも、その光束分離手段はコリメートレンズと対物レンズとの間に配設されているので平行化された光が回折格子に入射するようになり、これにより、高性能な偏光分離を行うことができるため光利用効率を一層高めることができるものである。

請求項6記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化し、その後対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射する。

請求項7記載の発明は、レーザ光源から出射された光を対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記レーザ光源より出射された光が前記対物レンズに向かう間の光路上に基板の一面に回折格子が形成されその一部表面に半透過層を有し他面に全反射面が形成された光束分離手段を配設し、この光束分離手段により回折されて進む1次光の光路上に第1受光素子を配設し、前記光束分離手段により屈折されて進む0次光の光路上に第2受光素子を配設したので、光束分離手段の回折格子により分離された0次光と1次光とが全反射面により反射され外部に出射する際には、回折格子における半透過層以外の透過領域を通過することになる

ため、これにより従来に比べ一段と光利用効率を上げることができるものである。

請求項8記載の発明は、上述したような請求項7記載の発明の構成において、さらに、レーザ光源より出射された光が光束分離手段に向かう間の光路上にコリメートレンズを配設したので、出射光のうち平行光のみが回折格子に入射するため高性能な偏光分離を行うことが可能となり、これにより光利用効率をさらに一段と上げることができるものである。

請求項9記載の発明は、レーザ光源から出射された出射光をコリメートレンズを介して対物レンズにより集光して光情報記録媒体に照射することにより情報の記録を行うと共に、前記光情報記録媒体からの反射光を検出して情報の再生や、トラックエラー信号、フォーカスエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、前記出射光が前記コリメートレンズを通過して前記対物レンズ

記録媒体により反射された主ビーム及び副ビームのうち、主ビームを受光する2つの3分割受光素子を設け、副ビームを受光する2つの無分割受光素子を設けたので、光情報記録媒体により反射された主ビーム及び副ビームを各々の受光素子により全て無駄なく受光させているため、従来に比べ光利用効率を一段と向上させることができるものである。

請求項11記載の発明は、レーザ光源から出射された光をコリメートレンズにより平行化した後、対物レンズにより集光して光情報記録媒体の表面に照射し情報の記録を行うと共に、その光情報記録媒体からの反射光を受光素子により検出してフォーカスエラー信号、トラックエラー信号の検出を行う光情報記録再生装置において、透過型回折格子とこの透過型回折格子に一定角度をなして配設された高反射面とを有する光束分離手段を設けたことにより、この光束分離手段により分離され

に向かう間の光路上に基板の一面に回折格子が形成されその表面に半反射膜を有し他面に全反射面が形成されたくさび状の光束分離手段を配設し、前記出射光が前記半反射膜により反射されて得られた1本の主ビームと前記半反射膜を透過して得られた2本の副ビームとが前記光情報記録媒体に導かれるようにくさび状をした前記光束分離手段のくさび角を設定したので、出射光が光束分離手段の回折格子の表面に形成された半反射膜に入射した光のうち、その半反射膜による反射光を主ビームとし又透過光を副ビームとしているため、3ビームトラッキングを行うことが可能となり、これにより光情報記録媒体に光磁気ディスクやCD等を用いた各種装置に本装置を対応させることが可能となり、その応用範囲を従来に比べ一段と広げることができるものである。

請求項10記載の発明は、上述したような請求項9記載の発明の構成において、さらに、光情報

る透過光と反射光との光路を変えることができるため、従来のようにレーザ光源を挟んだ両側に受光素子を設ける必要がなくなり、これにより、レーザ光源用の基板と受光素子用の基板とを別個に作成して実装することができるため、従来に比べ組付け調整が簡素化され作業効率を上げることができるものである。

請求項12記載の発明は、片面に第一回折格子の形成された半反射性の第一基板とこの第一基板の前記第一回折格子の形成された側の面とスペーサを介して対向配置された側の面に第二回折格子の形成された透過性の第二基板とよりなる二重回折格子素子を設けたので、第一回折格子及び第二回折格子の格子面が互に向かい合い密閉した状態となり、しかも、格子形状が安定してそれら2つの回折格子が近接しているため、波長変動による1次光のシフト変動を受けにくいものとすることができ、また、回折格子の形成された外側の一

面を半透過面としたことにより、高精度のビームスプリッタ機能をもち、光情報記録再生装置に適用することができ、これにより、部品点数を一段と削減して小型化、軽量化した装置を得ることができるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は請求項1, 2記載の発明の一実施例を示す構成図、第2図はデュアル型回折格子の様子を示す構成図、第3図はレーザ光源の後方からデュアル型回折格子の方向をみた説明図、第4図は受光素子によりフォーカスエラー信号を検出する原理を示す説明図、第5図は高密度回折格子の回折効率の偏光依存性を示す波形図、第6図は請求項1, 3記載の発明の一実施例を示す構成図、第7図は請求項1, 4, 12記載の発明の第一の実施例を示す構成図、第8図はそのデュアル型回折格子に入射して分離される光の光路状態を示す側

面形状の様子を示す説明図、第23図及び第24図はその受光素子の変形例を示す正面図、第25図は請求項1, 9, 10記載の発明の一実施例を示す構成図、第26図は出射光光束分離手段内における進行経路を示す光路図、第27図は光情報記録媒体からの戻り光の光束分離手段内における進行経路を示す光路図、第28図は無分割及び3分割受光素子に接続された配線回路の様子を示す回路図、第29図は無分割及び3分割受光素子の光路上における配設位置の関係を示す光路図、第30図は請求項1, 11記載の発明の一実施例を示す構成図、第31図はその光束分離手段を示す側面図、第32図は各種回折角の様子を示す説明図、第33図は受光素子の正面図、第34図はその受光素子の変形例を示す側面図、第35図は光束分離手段の変形例を示す正面図、第36図は第一の従来例を示す構成図、第37図は第二の従来例を示す構成図、第38図は第四の従来例を示す

面図、第9図は請求項1, 4, 12記載の発明の第二の実施例を示す構成図、第10図は請求項1, 4, 12記載の発明の第三の実施例を示す構成図、第11図は信号検出光学系内のシリンドリカルレンズの配設状態を示す説明図、第12図は請求項1, 5, 6記載の発明の第一の実施例を示す構成図、第13図はその変調化された回折格子の様子を示す正面図、第14図は回折格子の偏光依存性を示す特性図、第15図は請求項1, 5, 6記載の発明の第二の実施例を示す構成図、第16図はその受光素子の配設状態の様子を示す正面図、第17図は等ピッチの回折格子の様子を示す正面図、第18図は請求項1, 5, 6記載の発明の第三の実施例である光束分離手段の様子を示す斜視図、第19図はその受光素子の配設状態の様子を示す正面図、第20図は請求項1, 7, 8記載の発明の一実施例を示す構成図、第21図はその回折格子の様子を示す説明図、第22図は受光素子の表

構成図である。

30…レーザ光源、32…半反射膜、33…表面回折格子、34…裏面回折格子、35…コリメートレンズ、36…対物レンズ、37…光情報記録媒体、38…受光素子、40…回折格子、41…全反射面、42…半反射膜、43…レーザ光源、45…第一基板、45a…第一回折格子、47…第二基板、47a…第二回折格子、48…コリメートレンズ、49…対物レンズ、50…光情報記録媒体、51…信号検出光学系、52a, 52b…受光素子、55…レーザ光源、56…コリメートレンズ、57…非平行基板、58…光束分離手段、59…回折格子、59a…半反射膜、60…全反射面、61…対物レンズ、62…光情報記録媒体、64, 65…受光素子、70…レーザ光源、71…基板、72…回折格子、73…全反射面、74…光束分離手段、75…半透過層、76…対物レンズ、77…光情報記録媒体、78…第1受

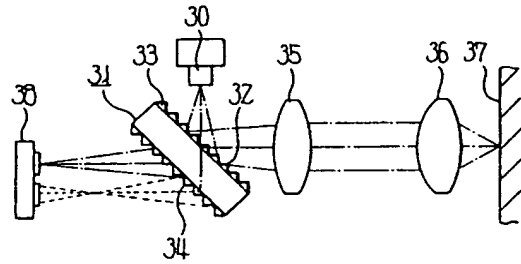
光素子、79…第2受光素子、80…レーザ光源、
 81…コリメートレンズ、82…対物レンズ、
 83…基板、84…回折格子、85…全反射面、
 86…光束分離手段、87…半反射膜、92、
 93…3分割受光素子、94、95…無分割受光
 素子、96…光束分離手段、97…透過型回折格
 子、98…高反射面、99…レーザ光源、100
 …コリメートレンズ、101…光情報記録媒体、
 102…対物レンズ、103、104…受光素子

出 願 人 株式会社 リ コ ー

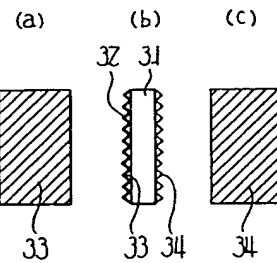
代 理 人 柏 木



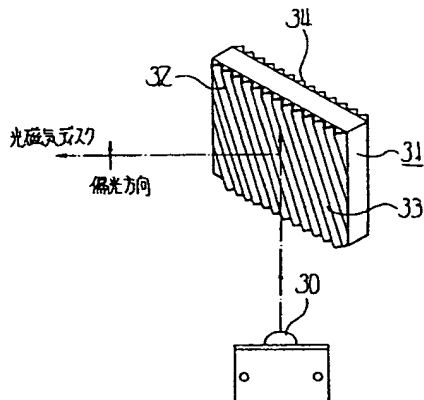
第 1 図



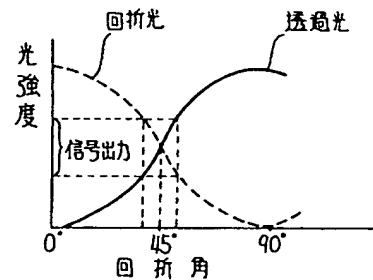
第 2 図



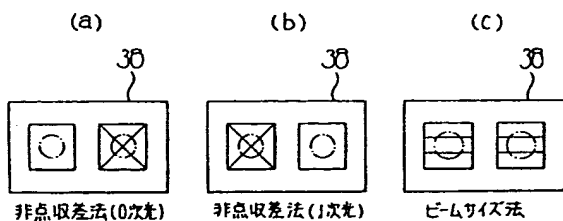
第 3 図



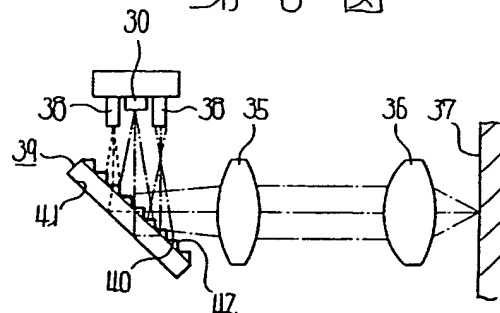
第 5 図



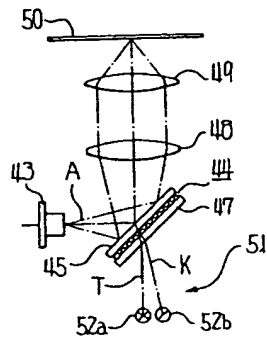
第 4 図



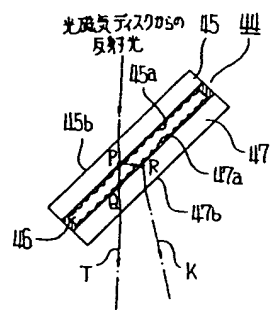
第 6 図



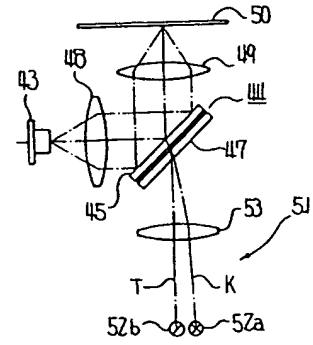
第 7 図



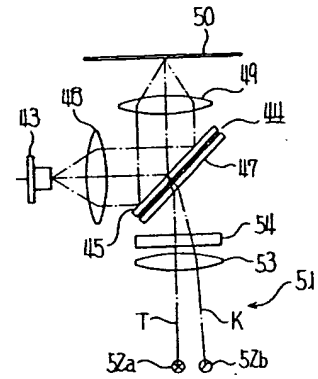
第 8 図



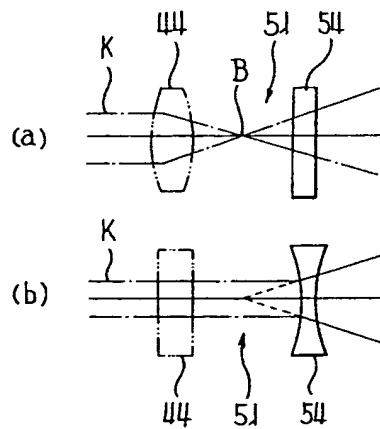
第 9 図



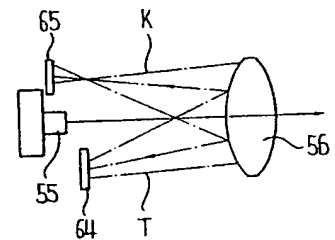
第 10 図



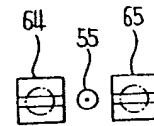
第 11 図



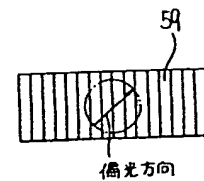
第 15 図



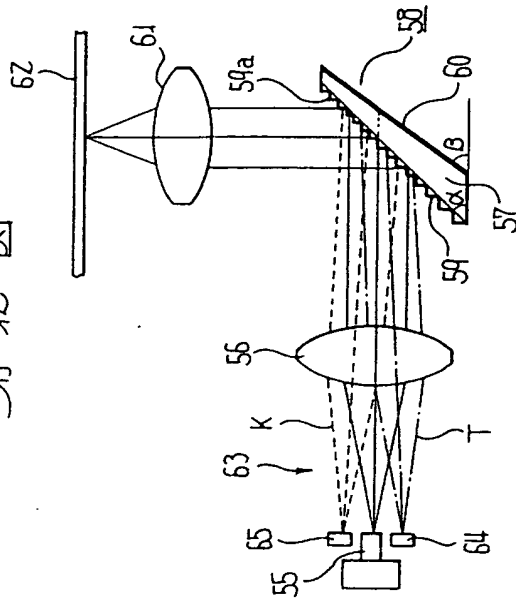
第 16 図



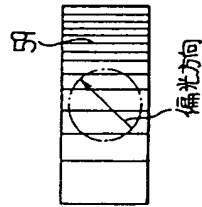
第 17 図



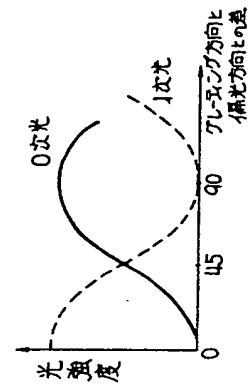
第12図



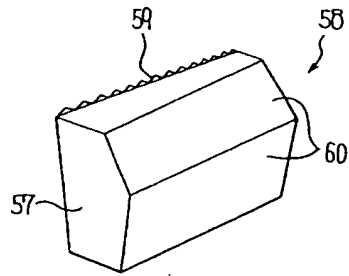
第13図



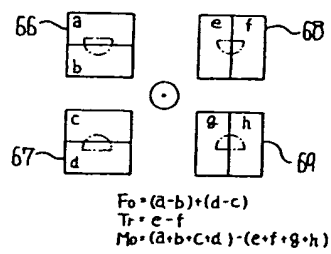
第14図



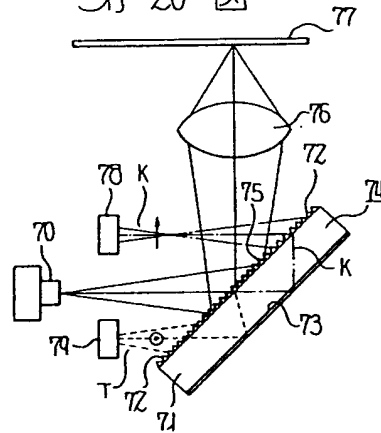
第18図



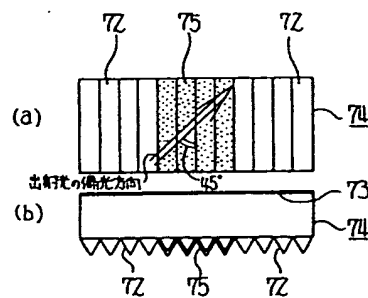
第19図



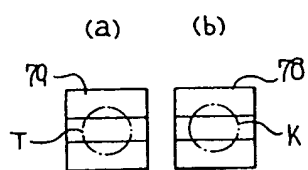
第20図



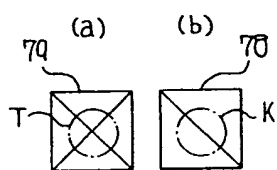
第21図



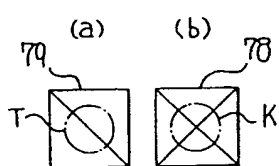
第 22 図



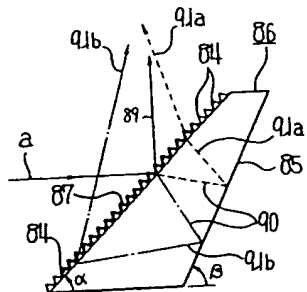
第 23 図



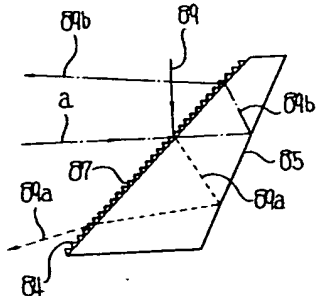
第 24 図



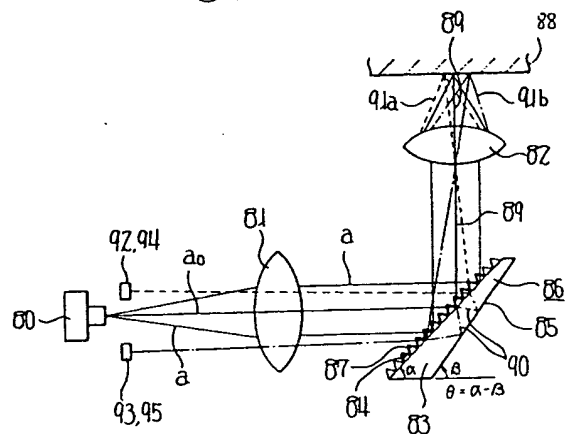
第 26 図



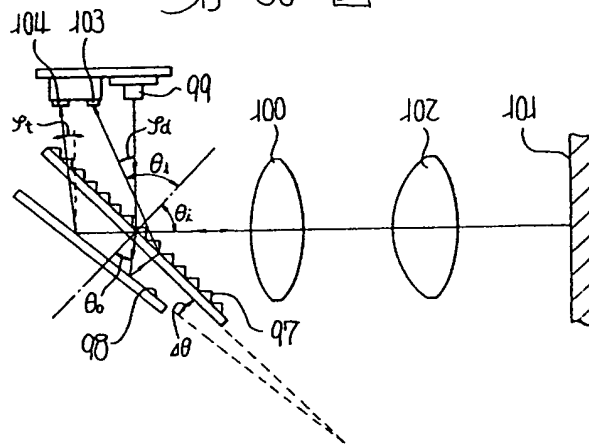
第 27 図



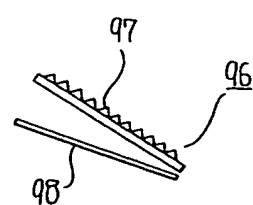
第 25 図

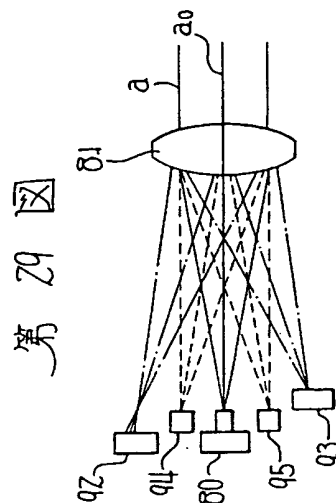
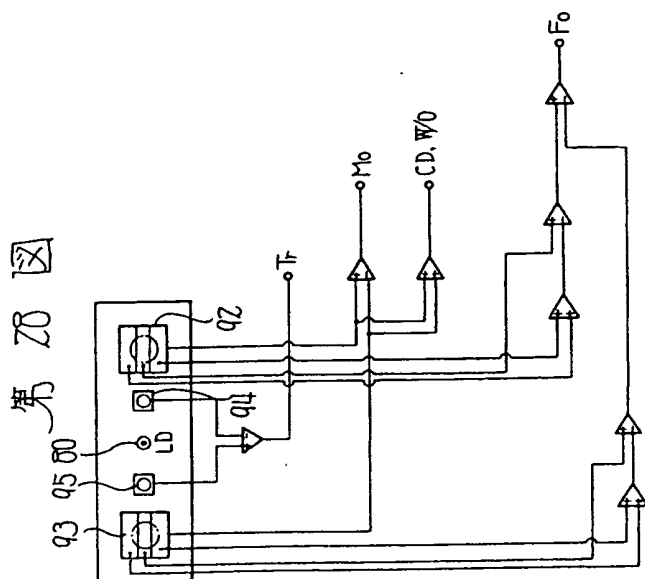


第 30 図

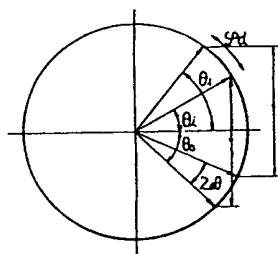


第 31 図

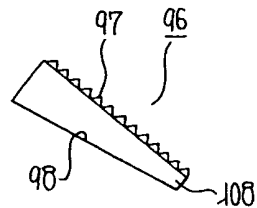




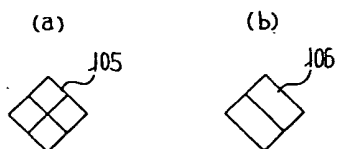
第 32 図



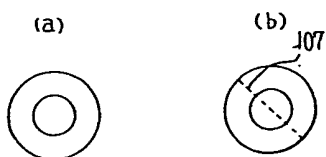
第 35 図



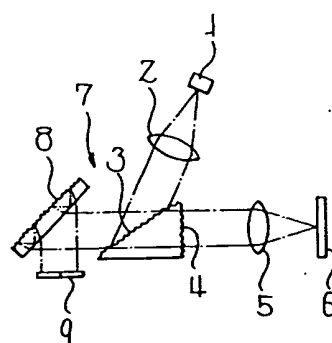
第 33 図



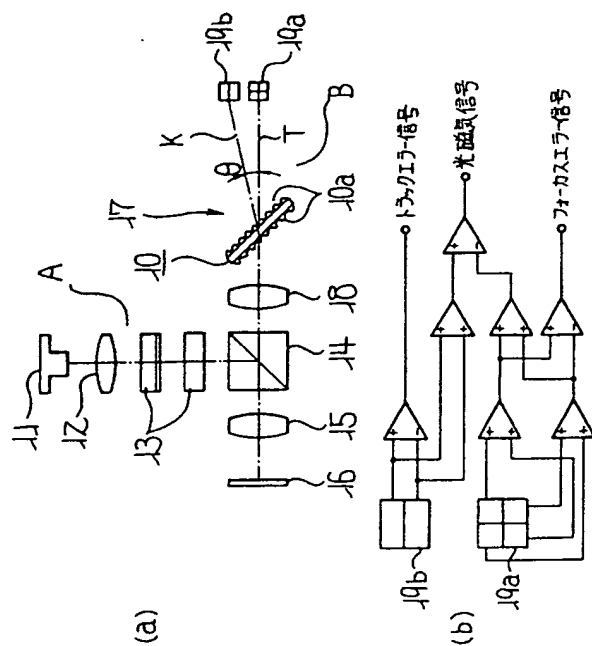
第 34 図



第 36 図



第 37 図



第 38 図

